



---

## Het verlagen van de TAN-excretie als maatregel om de ammoniakemissie op het melkveebedrijf te verminderen

Methodiek voor het vaststellen van de TAN-excretie: module  
'Bedrijfsspecifieke Emissie Ammoniak' (BEA) van de Kringloopwijzer

L. Šebek, G. Migchels, C. van Dijk



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

---

---

# Het verlagen van de TAN-excretie als maatregel om de ammoniakemissie op het melkveebedrijf te verminderen

Methodiek voor het vaststellen van de TAN-excretie: module 'Bedrijfsspecifieke Emissie Ammoniak' (BEA) van de Kringloopwijzer

L. Šebek<sup>1</sup>, G. Migchels<sup>1</sup>, C. van Dijk<sup>2</sup>

1 Wageningen Livestock Research

2 Projecten LTO Noord



Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research in opdracht van en gefinancierd door het Melkveefonds (projectnummer 33)

Wageningen Livestock Research  
Wageningen, April 2017

---

Rapport 1020

---

Šebek, L., G. Migchels, C. van Dijk. Het verlagen van de TAN-excretie als maatregel om de ammoniakemissie op het melkveebedrijf te verminderen. Methodiek voor het vaststellen van de TAN-excretie: module 'Bedrijfsspecifieke Emissie Ammoniak' (BEA) van de Kringloopwijzer. Wageningen Livestock Research, Rapport 1020.

Dit rapport is gratis te downloaden op <http://dx.doi.org/10.18174/412075> of op [www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research) (onder Wageningen Livestock Research publicaties).

© 2017 Wageningen Livestock Research  
Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl),  
[www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research). Wageningen Livestock Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

Wageningen Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op als onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Wageningen Livestock Research Rapport 1020



---

# Inhoud

<b>Inhoud</b>	<b>5</b>
<b>Woord vooraf</b>	<b>7</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>8</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>11</b>
<b>2 Door BEA gebruikte modellen</b>	<b>13</b>
2.1 Algemeen	13
2.2 Kenmerken Rav	13
2.3 Kenmerken NEMA	13
2.4 Kenmerken KLW	14
<b>3 Rav: Regeling Ammoniak en Veehouderij</b>	<b>15</b>
3.1 Inleiding	15
3.2 Vaststellen ammoniakemissie	15
3.2.1 Meetprotocol	15
3.2.2 Metingen	15
3.2.3 Standaardiseren	16
3.3 Borging	16
<b>4 NEMA: National Emission Model Agriculture</b>	<b>17</b>
4.1 Inleiding	17
4.2 N-stromen methodiek op basis van TAN	17
4.3 Berekening TAN	17
4.4 EF-nema en N-stromen	18
4.5 NEMA en Rav	19
4.6 Borging	19
<b>5 Kringloopwijzer en de BEA-module</b>	<b>21</b>
5.1 Inleiding	21
5.2 BEA en NEMA	22
5.3 Vaststellen voeropname in kg N	22
5.4 Vaststellen N-vastlegging in dierlijk product	23
5.5 Borging	23
<b>6 Handhaven met BEA en Rav</b>	<b>24</b>
6.1 Inleiding	24
6.2 TAN-emissie (NH <sub>3</sub> -N) en ammoniakemissie (NH <sub>3</sub> )	24
6.3 Basis TAN productie	25
6.3.1 Basis TAN-productie (excretie + mineralisatie)	25
6.3.2 Basis TAN-productie (kg per dier per jaar) van een specifiek bedrijf	25
6.4 Casussen als voorbeeld	25
6.4.1 Definitie en werkwijze	25
6.4.2 Basis gegevens NEMA	26
6.4.3 Voorbeeld 1: Basis TAN-productie, Stal A1.100, zonder maatregelen	26
6.4.4 Voorbeeld 2: Stal A1.100, met maatregelen	27
6.4.5 Voorbeeld 3: Stal A1.26, zonder maatregelen	27

---

	6.4.6 Voorbeeld 4: Stal A1.26, met maatregelen	28
<b>7</b>	<b>Bijlagen</b>	<b>29</b>

---

# Woord vooraf

Toezichthouders controleren of wordt voldaan aan wet- en regelgeving. Voor de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav), voortkomend uit de Wet ammoniak en veehouderij (Wav), dient voor het betreffende controlejaar gecontroleerd te worden of de hoeveelheid geproduceerde ammoniak binnen de vergunde hoeveelheid is gebleven. In de Omgevingsvergunning en de vergunning Natuurbeschermingswet zijn voor een veehouderijbedrijf het aantal dieren, het huisvestingssysteem en eventuele emissiereducerende maatregelen vastgelegd, inclusief het daarbij horende vergunde (maximale) niveau van de ammoniakemissie.

De ammoniakemissie kan onder andere worden verminderd via het verminderen van de ammoniakale stikstof (TAN) excretie. De maatregel 'verminderen van de TAN-excretie' kan alleen worden meegenomen bij de vergunningverlening als toezichthouders kunnen controleren of de gerealiseerde TAN-excretie voldoet aan de gestelde norm. De TAN-excretie van een melkveebedrijf kan worden vastgesteld met de module BEA van de Kringloopwijzer. Het is voor toezicht en handhaving essentieel dat de informatiebronnen en de rekenregels die door BEA gebruikt worden geborgd zijn, zodat de door BEA berekende TAN-excretie (in kg per jaar) zonder voorbehoud of discussie gebruikt kan worden voor de controle en naleving van de vergunningvoorschriften. In dit rapport wordt beschreven hoe de borging van BEA-rekenmethodiek is vormgegeven en wordt aan de hand van inzichtelijke voorbeelden het principe van die rekenmethodiek duidelijk gemaakt. Het rapport is op inhoud beoordeeld door 4 ter zake deskundige reviewers:

Dr. Ir. Gerard Velthof (voorzitter werkgroep NEMA<sup>1</sup>), Wageningen Environmental Research.

Cor van Bruggen (lid werkgroep NEMA), Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag.

Dr. Ir. Nico Ogink (adviseur TacRav<sup>2</sup>), Wageningen Livestock Research.

Drs. Fred Stouthart (voorzitter CvD Natura 2000 Overijssel<sup>3</sup>), Omgevingsdienst Zuidoost-Brabant.

Met vriendelijke groeten,

Dr. Ir. G. (Gert) van Duinkerken  
Afdelingshoofd Diervoeding

---

<sup>1</sup> De werkgroep NEMA is een werkgroep van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) die voor langere tijd actief is en die gespecialiseerd is in de gasvormige emissies (o.a. ammoniak) uit de landbouw.  
<http://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Projecten/Commissie-van-Deskundigen-Meststoffenwet-CDM.htm>

<sup>2</sup> De TacRav is de Technische Advies Commissie van de Regeling Ammoniak en veehouderij  
<http://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest-en-grond/mestbeleid/rav>

<sup>3</sup> De CvD (Commissie van Deskundigen) Natura 2000 Overijssel bestaat uit onafhankelijke deskundigen en geeft de Provincie inhoudelijk advies over emissiearme technieken voor zover niet opgenomen in de Rav.  
[http://decentrale.regelgeving.overheid.nl/cvdr/xhtmloutput/Historie/Overijssel/CVDR210391/CVDR210391\\_2.html](http://decentrale.regelgeving.overheid.nl/cvdr/xhtmloutput/Historie/Overijssel/CVDR210391/CVDR210391_2.html)

---

# Samenvatting

## Achtergrond

De bron van ammoniakemissie op een veehouderijbedrijf is de hoeveelheid ammoniakaal stikstof (TAN in kg per jaar) die door de veestapel wordt geproduceerd. Een effectieve maatregel om de ammoniakemissie te verlagen is dan ook het verlagen van de TAN-excretie door de veestapel. Toepassen van die maatregel gebeurt via het voer- en diermanagement. Voor toezicht en handhaving is het tot nu toe vrijwel onmogelijk om combinaties van voer- en diermanagementmaatregelen bij de vergunningverlening te honoreren. Echter, met de module Bedrijfsspecifieke Emissie Ammoniak (BEA) van de Kringloopwijzer wordt een methodiek aangereikt waarmee voor een melkveebedrijf de gerealiseerde TAN-excretie vastgesteld kan worden. De provincies Overijssel en Drenthe willen de ammoniak-reductiepotentie van het verlagen van de TAN-excretie niet zo maar verloren laten gaan en staan in principe open voor de BEA methodiek, mits handhaafbaar en controleerbaar. Daarvoor is het essentieel dat de resultaten van de BEA-module in lijn zijn met de Rav emissiefactoren. Voor dat doel is de factsheet *M-A-Ov5 Kwantificeren van de reductie in TAN-excretie via BEA (Melkvee)* opgesteld, die de methodiek beschrijft waarmee de BEA resultaten met de Rav emissiefactoren worden verbonden. De factsheet benoemt ook de praktische aspecten van borging en handhaving.

In enkele workshops met toezichthouders (deelnemerslijst in Bijlage 1) is vastgesteld dat de factsheet op zichzelf niet voldoende is en dat er behoefte is aan een openbaar naslagwerk waarin de technisch-wetenschappelijke aspecten van de methodiek worden toegelicht. Verder is aangegeven dat het belangrijk is dat de inhoud van het naslagwerk getoetst is door onafhankelijke en ter zake deskundige experts, zodat de toezichthouder zekerheid heeft over de juistheid. Dit WUR Livestock Research rapport komt tegemoet aan die wensen en is gereviewed door deskundigen die betrokkenen zijn bij NEMA, Rav en toezicht:

Dr. Ir. Gerard Velthof (voorzitter werkgroep NEMA<sup>4</sup>), Wageningen Environmental Research.  
Cor van Bruggen (lid werkgroep NEMA), Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag.  
Dr. Ir. Nico Ogink (adviseur TacRav<sup>5</sup>), Wageningen Livestock Research.  
Drs. Fred Stouthart (voorzitter CvD Natura 2000 Overijssel<sup>6</sup>), Omgevingsdienst Zuidoost-Brabant.

## Aanpak

De BEA (Bedrijfsspecifieke Emissie Ammoniak) module van de Kringloopwijzer combineert verschillende in Nederland geaccepteerde en onderbouwde methodieken. De handhaafbaarheid en controleerbaarheid van de BEA is dan ook een afgeleide van de onderliggende methodieken. Het betreft de Rav (Regeling Ammoniak en veehouderij), de NEMA (National Emission Model Agriculture)

---

<sup>4</sup> De werkgroep NEMA is een werkgroep van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) die voor langere tijd actief is en die gespecialiseerd is in de gasvormige emissies (o.a. ammoniak) uit de landbouw.  
<http://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Projecten/Commissie-van-Deskundigen-Meststoffenwet-CDM.htm>

<sup>5</sup> De TacRav is de Technische Advies Commissie van de Regeling Ammoniak en veehouderij  
<http://www.rvo.nl/onderwerpen/ agrarisch-ondernemen/mest-en-grond/mestbeleid/rav>

<sup>6</sup> De CvD (Commissie van Deskundigen) Natura 2000 Overijssel bestaat uit onafhankelijke deskundigen die de Provincie inhoudelijk advies geeft over emissiearme technieken voor zover niet opgenomen in de Rav.  
[http://decentrale.regelgeving.overheid.nl/cvdr/xhtmloutput/Historie/Overijssel/CVDR210391/CVDR210391\\_2.html](http://decentrale.regelgeving.overheid.nl/cvdr/xhtmloutput/Historie/Overijssel/CVDR210391/CVDR210391_2.html)



en de BEX-module van de Kringloopwijzer. Iedere update en/of wijziging in de genoemde methodieken wordt direct overgenomen in de BEA module van de Kringloopwijzer, zodat de borging van de BEA actueel blijft.

Het rapport geeft eerst de belangrijkste kenmerken van de methodieken van de Rav, NEMA en BEA-module van de Kringloopwijzer en beschrijft vervolgens in aparte hoofdstukken de Rav, NEMA en BEA-module van de Kringloopwijzer, inclusief de wijze van borging en een literatuuroverzicht waarin nadere info kan worden gevonden. Daarna wordt beschreven hoe de BEA methodiek de verbinding legt tussen de NEMA resultaten (TAN-excretie) en de Rav emissiefactoren (kg NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar). De reden voor het maken van deze verbinding is het handhaafbaar maken van de maatregel 'TAN-excretie verminderen'. Immers, de NEMA methodiek neemt het effect van TAN-productie op de ammoniakemissie mee, maar biedt toezichthouders weinig houvast voor handhaving en de Rav biedt toezichthouders een goede mogelijkheden tot handhaving, maar neemt niet het effect van TAN-productie op de ammoniakemissie mee. De verbinding tussen Rav en NEMA wordt uitgedrukt als emissiefactor volgens de Rav methodiek: de ammoniakemissie na verminderen van de TAN-productie wordt in deze rapportage de EF-rav-TANreductie (in kg NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar) genoemd.

## Methodiek

De methodiek om de TAN-excretie te verbinden met de Rav emissiefactoren en uit te drukken als de gerealiseerde EF-rav-TANreductie (kg NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar) is gebaseerd op:

- De NEMA methodiek waarin voor een stal wordt vastgesteld hoeveel procent van de aanwezige TAN daadwerkelijk als ammoniakstikstof (NH<sub>3</sub>-N) vervluchtigt (EF-nema in %). Dit is een staleigenschap en - binnen de normale variatie in TAN productie - onafhankelijk van de TAN-productie in de stal. Als de TAN-productie met 10% afneemt dan neemt ook de ammoniakemissie met 10% af.
- De Rav methodiek waarin voor een stal wordt vastgesteld hoeveel kg ammoniak (NH<sub>3</sub>) er per dierplaats per jaar vervluchtigt (EF-rav). Voor alle staltypes heeft de EF-rav betrekking op exact dezelfde gemiddelde melkveestapel met exact hetzelfde gemiddelde rantsoen en dus op exact dezelfde TAN-productie. Deze TAN-productie wordt in dit rapport de 'Basis TAN-productie' genoemd.
- De Basis TAN-productie is berekend op basis van de voor staltype A1.100 volgens meetprotocol vastgestelde ammoniakemissie in kg NH<sub>3</sub> per jaar voor de gemiddelde Nederlandse melkveestapel met een gemiddeld Nederlands rantsoen. Deze metingen liggen ten grondslag aan zowel de EF-rav als de EF-nema.

Het principe van de berekening van de Basis TAN-productie (in kg per dierplaats per jaar) en de ammoniakemissie na toepassen van de maatregel 'verminderen TAN-productie' wordt met onderstaande twee voorbeelden toegelicht. Om de voorbeelden inzichtelijk te houden is gekozen voor een melkveestapel met 100 dieren die jaarrond wordt opgestald.

Voorbeeld 1. Berekening van de Basis TAN-productie (kg per dier per jaar; excretie + mineralisatie).

Staltype A1.100, jaarrond opstallen en gemiddelde veestapel met gemiddeld rantsoen		
	Invoer	Berekening
staltype Rav	A1.100	Jaarrond opstallen (geen beweiding)
EF-nema (% NH <sub>3</sub> -N dat per jaar vervluchtigt)	12,7	
EF-rav (kg NH <sub>3</sub> per dierplaats per jaar)	13,0	
aantal dieren	100	
Stalbezetting 100% (LF)	1	
Omrekenfactor van NH <sub>3</sub> naar NH <sub>3</sub> -N	0,8235	
vervluchtigde NH <sub>3</sub> (kg per jaar)	1300	= EF-rav x aantal dieren x LF = 13,0 x 100 x 1
vervluchtigde NH <sub>3</sub> -N (kg per jaar)	1071	= NH <sub>3</sub> x omrekenfactor = 1300 x 0,8235
TAN-productie (kg per jaar)	8430	= 100 x vervluchtigde NH <sub>3</sub> -N/EF-nema = 100 x 1071/12,7
Basis TAN-productie (kg per dier per jaar)	84,3	= TAN-productie per jaar / aantal dieren

Voorbeeld 2. Berekening van de gerealiseerde EF-rav (kg NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar) via vermindering van de TAN-productie (kg TAN per jaar).

<b>Staltype A1.100, jaarrond opstallen en verminderde TAN-productie</b>		
	<b>Invoer</b>	<b>Berekening</b>
staltype Rav	A1.100	
<b>EF-rav</b> (kg NH <sub>3</sub> per dierplaats per jaar)	13,0	
aantal dieren	100	
Stalbezetting 100% (LF)	1	
Omrekenfactor van NH <sub>3</sub> naar NH <sub>3</sub> -N	0,8235	
<b>Gerealiseerde TAN-productie</b> (kg per jaar)	7250	= <b>BEA TAN-productie</b> = resultaat BEA-module Kringloopwijzer
Gerealiseerde TAN-productie (kg per dier per jaar)	72,5	
<b>Basis TAN-productie</b> (kg per dier per jaar)	84,3	
<b>EF-rav-TANreductie</b> (kg NH <sub>3</sub> per dierplaats per jaar)	11,2	= EF-rav x (Basis TAN / gerealiseerde TAN) = 13,0 x 72,5 / 84,30)

---

# 1 Inleiding

Het verlagen van de TAN-excretie vermindert de NH<sub>3</sub>-emissie op een melkveebedrijf. Deze maatregel wordt uitgevoerd via voer- en diermanagement<sup>7</sup> en is daarmee een pakket van maatregelen. Vrijwel ieder Nederlands melkveebedrijf kan in dat pakket passende maatregelen vinden. Het gaat daarbij niet alleen om de toepassing van afzonderlijke maatregelen, maar ook om de combinatie van maatregelen. Een nadeel van gecombineerde toepassing is dat de verschillende voer- en diermanagementmaatregelen op elkaar effect kunnen hebben; versterkend dan wel afzwakkend. Het gecombineerde effect van verschillende maatregelen is daardoor niet zonder meer gelijk aan de optelsom van het effect per maatregel. Dat is een nadeel omdat de huidige kaders gebaseerd zijn op toepassing van afzonderlijke maatregelen, zodat het voor toezicht en handhaving vrijwel onmogelijk is om combinaties van voer- en diermanagementmaatregelen bij de vergunningverlening te honoreren. Daarmee gaat een deel van de potentie tot vermindering van de ammoniakemissie verloren, zowel voor de veehouder als voor de uitvoerende van beleid. De provincie Overijssel wil de betreffende reductiepotentie niet zo maar verloren laten gaan en staat open voor de mogelijkheid om via BEA het reductie-effect van voer- en diermanagementmaatregelen in de vergunningverlening mee te nemen.

BEA staat voor Bedrijfsspecifieke Emissie Ammoniak en maakt onderdeel uit van de Kringloopwijzer (KLW). De KLW is onder meer een managementinstrument voor melkveehouders waarvan het gebruik verplicht is gesteld door de zuivelorganisaties. In de BEA-module van de KLW wordt via rekenregels die gevoed worden met gerealiseerde kengetallen het emissie-effect van voer- en managementmaatregelen gezamenlijk (integraal) berekend. Het betreft daarmee een berekening achteraf, waarvan de kern de berekening van de gerealiseerde TAN-excretie is. De toezichthouder hoeft bij gebruik van de BEA niet te controleren op het toepassen van maatregelen, maar controleert op de gerealiseerde TAN-excretie (in kg per jaar).

Toezichthouders controleren of wordt voldaan aan de vergunningvoorschriften (Omgevingsvergunning en/of vergunning Natuurbeschermingswet). Dat gebeurt op basis van de bijlagen 1 en 2 van de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav). De bijlage 1 komt voort uit de Wet ammoniak en veehouderij (Wav) en de bijlage 2 komt voort uit de PAS. In die bijlagen worden emissiearme huisvestingsystemen en andere emissiereducerende maatregelen pas na een toelatingsprocedure opgenomen. Zodra de BEA systematiek via de toelatingsprocedure is opgenomen in de Rav, kan de toezichthouder de BEA gebruiken om vast te stellen of de hoeveelheid geproduceerde ammoniak binnen de vergunde hoeveelheid is gebleven.

Voor het gebruik van BEA bij toezicht en handhaving moet de systematiek een betrouwbare en geloofwaardige bepaling van de ammoniakemissie opleveren (op basis van de meest recente wetenschappelijke inzichten). Immers, als bij het toezicht blijkt dat een veehouderijbedrijf een te hoge ammoniakemissie produceert, dan heeft dit juridische gevolgen en zal door handhaving het naleven van de voorschriften worden afgedwongen, eventueel met een dwangsom of andere sancties. Daarom is het essentieel dat de BEA-systematiek geborgd is, zodat de informatiebronnen, de rekenregels en de met BEA berekende ammoniakemissie (in kg per jaar) zonder voorbehoud of discussie gebruikt kunnen worden.

In twee werksessies van het project 'Verzilveren BEA' hebben toezichthouders aangegeven wat hun wensen zijn in het borgingstraject. Een belangrijke constatering was dat niet alleen een factsheet nodig is, maar dat daarnaast een refereerbaar WUR rapport beschikbaar moet komen. Dat rapport dient kort en duidelijk te beschrijven hoe de borging van BEA rekenmethodiek is vormgegeven en

---

<sup>7</sup> Voermaatregelen richten zich op het verlagen van het eiwitgehalte van het voer en op het verhogen van de benutting van het verteerde eiwit. Managementmaatregelen richten zich op het verhogen van de N-efficiëntie van de veestapel (via samenstelling en duurzaamheid/levensduur) of van het houderijsysteem (bv mate van weidegang of het verhogen van de productieintensiteit)

---

welke bestaande modellen er in BEA gebruikt zijn. Tevens moet via inzichtelijke rekenvoorbeelden duidelijk worden gemaakt hoe de rekenregels werken. Het voorliggende rapport voorziet in die vraag.

Dit rapport geeft in hoofdstuk 2 via enkele kenmerken een korte schets van de gebruikte modellen, bedoeld als naslagparagraaf waarin snel de verschillen tussen de modellen opgezocht kunnen worden. Daarmee worden enkele basisvragen beantwoord: in welke eenheid wordt het resultaat gegeven, in welke eenheid wordt de ammoniakemissiefactor (EF) uitgedrukt, welke rekenmethode wordt gebruikt en hoe is de borging van de berekeningen geregeld. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3, 4 en 5 een uitgebreidere samenvatting van de modellen gegeven. Deze hoofdstukken zijn gericht op een omschrijving van de principes op basis waarvan het mogelijk is de rekenvoorbeelden in hoofdstuk 6 te begrijpen. Voor uitgebreide informatie over de gebruikte rekenmodellen is een literatuurlijst bijgevoegd.

---

## 2 Door BEA gebruikte modellen

### 2.1 Algemeen

De door BEA gebruikte principes, methodieken en rekenregels zijn gebaseerd op in Nederland gebruikelijke NH<sub>3</sub>-emissie berekeningen. In principe zijn alleen rekenregels gebruikt die door de Nederlandse overheid worden erkend op basis van wetenschappelijk beschrijving en toetsing (=geborgd). Het betreft de regeling Ammoniak en Veehouderij (Rav), het National Emission Model for Agriculture (NEMA) en de module BEX van de Kringloopwijzer (KLW).

### 2.2 Kenmerken Rav

Naam: Regeling Ammoniak en Veehouderij

Eenheid: Ammoniakemissie uit het huisvestingssysteem in kg ammoniak per dierplaats per jaar.

Emissiefactor (EF): De ammoniakemissiefactor (EF-rav) geeft de emissie aan in kg ammoniak per dierplaats per jaar en heeft betrekking op het huisvestingssysteem. Echter, de Rav geeft de emissie alleen weer in kg ammoniak (NH<sub>3</sub>) en de NEMA in zowel het N deel van ammoniak (NH<sub>3</sub>-N), als in ammoniak.

Methode: De ammoniakemissie is in principe voor ieder staltype vastgesteld door meting volgens een protocol. Het protocol schrijft het aantal meetperioden voor en gaat uit van een rantsoensamenstelling volgens het Nederlandse gemiddelde. De meetwaarden worden gecorrigeerd voor eventuele rantsoenafwijkingen (i.c. het eiwit aanbod) via het melkureumgehalte, voor de actuele temperatuur en voor het met mest besmeurde oppervlak per dier.

Borging: De Rav methode om de ammoniakemissie uit huisvestingsystemen te bepalen is ontwikkeld door Wageningen Livestock Research en via wetenschappelijke publicaties geborgd.

Opmerking: Er is op grond van Bijlage 2 differentiatie van de ammoniakemissie mogelijk op basis van het melkureumgehalte en van weidegang, maar een volledige differentiatie naar voer- en diermanagement is niet mogelijk.

### 2.3 Kenmerken NEMA

Naam: National Emission Model for Agriculture

Eenheid: Ammoniakemissie in kg ammoniak per jaar voor de Nederlandse landbouw als geheel.

Emissiefactor (EF): De ammoniakemissiefactor (EF-nema) geeft in procenten (%) aan welk deel van de uitgescheiden stikstof (N) daadwerkelijk als ammoniak vervluchtigt. Het betreft alleen het N deel in de ammoniakemissie dwz NH<sub>3</sub>-N.

Methode: NEMA is ontwikkeld voor de nationale emissieregistratie en beschouwt de NL-landbouw als één groot landbouwbedrijf waarin alle onderdelen worden meegewogen. NEMA is een N-stromenmodel dat de emissie van ammoniak (in kg stikstof, kg NH<sub>3</sub>-N), via een emissiefactor (EF-nema in %), uitdrukt ten opzichte van de hoeveelheid TAN in de mest. Daarbij is TAN (Totaal Ammoniakaal N) gedefinieerd als de hoeveelheid N in mest die makkelijk omzetbaar is in NH<sub>3</sub>. De N-stromen lopen van N opname veestapel, via TAN excretie veestapel, via TAN in mestopslag minus TAN in mestverwerking naar TAN in aangewende mest. Voor iedere stap in de TAN-stroom wordt de vervluchtiging van N in de vorm van ammoniak en als overige gasvormige stikstofverliezen uitgedrukt in EF (in %). NEMA berekent aldus de ammoniakemissie uit huisvesting, inclusief het effect van voer- en diermanagementmaatregelen en de ammoniakemissie bij aanwenden van mest.

---

Borging: De NEMA is ontwikkeld in opdracht van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) op basis van internationale wetenschappelijke literatuur. Er is een continu proces van verbetering op basis van nieuwe inzichten. Elk jaar worden verbeterpunten opgepakt. Momenteel (i.c. 2017) is een update van de borging van de TAN-berekening in NEMA in voorbereiding.

Opmerking 1: Het effect van voer- en diermanagement wordt meegenomen.

Opmerking 2: De NEMA heeft zich bij het vaststellen van de EF-nema voor huisvestingsystemen op dezelfde bronnen gebaseerd als de Rav gebruikt, voor melkvee zijn die terug te voeren op het werk van Ogink et al 2013 en 2014.

## 2.4 Kenmerken KLW

Naam: Kringloopwijzer

Eenheid: Zowel de NEMA eenheid ( $\text{kg NH}_3\text{-N} / \text{jaar}$ ) voor het hele bedrijf plus per bedrijfsonderdeel (o.a. huisvesting), als de Rav eenheid ( $\text{kg NH}_3 / \text{jaar per dierplaats}$ ) voor de emissie uit het huisvestingssysteem.

Emissiefactor (EF): Zowel de EF-nema ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) als de EF-rav ( $\text{NH}_3$ ).

Methode : De KLW gebruikt in de module BEA het principe van de NEMA en is daarmee een N-stromenmodel op basis van vervluchtigbare stikstof (TAN, totaal ammoniakale N). Het verschil tussen BEA en NEMA is dat de invoerdata voor BEA bedrijfsspecifiek zijn met uitzondering van de EF voor het betreffende staltype, de N-mineralisatie en de EF voor de methode van mestaanwending. Met BEA wordt voor een individueel melkveebedrijf het effect van voer- en diermanagement op de TAN-excretie meegerekend. Om de resultaten van BEA geschikt te maken voor vergelijking met de Rav wordt de ammoniakemissie in  $\text{kg per jaar}$  omgerekend naar ammoniakemissie in  $\text{kg per dierplaats per jaar}$ . De rekenregels voor de berekening van EF-nema uit de EF-rav zijn vastgelegd in het informatieblad BO-12.12 nr. 50 (Groenestein, 2012).

Borging: DE BEA gebruikt uitsluitend rekenregels uit geborgde andere methodieken. De borging van BEA is dan ook gebaseerd op of ontleend aan de borging van de NEMA, De Rav en de Kringloopwijzer (i.c. module BEX). Echter, op dit moment (i.c. november 2016) is de borging van de Kringloopwijzer nog in behandeling.

Opmerking 1: De BEA is een aanvulling op NEMA en Rav en beoogt binnen een bedrijfsspecifieke benadering differentiatie in ammoniakemissie mogelijk te maken naar voer- en diermanagement.

Opmerking 2: De BEA volgt iedere update of aanpassing van de NEMA en Rav en zorgt voor eventuele aanpassing van de omrekening van NEMA naar Rav kengetallen.

---

## 3 Rav: Regeling Ammoniak en Veehouderij

### 3.1 Inleiding

De Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) geeft lijsten met emissiefactoren (EF-rav) voor toegelaten (emissiearme) huisvestingsystemen en andere emissiereducerende maatregelen. De Rav staat ten dienste van de vergunningverlening: met gebruikmaking van de emissiefactor wordt de emissie bepaald. De regeling is gebaseerd op de Wet ammoniak en veehouderij (Wav) en kent 3 bijlagen:

- In bijlage 1 van de Wav wordt per diercategorie een lijst gegeven met verschillende huisvestingssystemen en de daarbij behorende ammoniakemissiefactoren (EF-rav in kg ammoniak per dierplaats per jaar). Deze emissiefactoren zijn nodig voor het berekenen van de ammoniakemissie uit diervverblijven. Bijvoorbeeld bij het toetsen of de veehouder voldoet aan de eisen van het Activiteitenbesluit, de Wav en het Besluit huisvesting.
- In bijlage 2 van de Wav staan enkele voer- en managementmaatregelen die in het kader van de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) toegepast mogen worden door de veehouderij. Hiermee kan de sector een bijdrage leveren aan de reductie van stikstofdeposities op stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden. Het gebruik van BEA is hier niet in opgenomen.
- In bijlage 3 van de Wav staat de rekenmethode beschreven voor het combineren van twee maatregelen uit bijlage 2 van de Wav.

### 3.2 Vaststellen ammoniakemissie

De ammoniakemissie van een bepaald type huisvestingssysteem wordt vastgesteld via metingen. Deze metingen dienen volgens een vast protocol te worden uitgevoerd (Ogink e.a., 2013), waarna de metingen worden omgezet in de emissiefactoren (EF-rav in kg ammoniak per dierplaats per jaar) zoals opgenomen in Bijlage 1 van de Wav. Regelmatig worden de EF-rav geactualiseerd. De meest recente actualisering voor melkvee is beschreven door Ogink e.a. (2014).

#### 3.2.1 Meetprotocol

Het meetprotocol (Ogink e.a., 2013) beschrijft de te volgen meetstrategie en het aantal metingen en de verdeling van dit aantal metingen in de tijd. Dit alles zowel binnen bedrijfslocaties als over bedrijfslocaties. De meetstrategie kan op twee manieren (A en B) worden toegepast:

##### 3.2.1.1 Meetstrategie A

De metingen worden uitgevoerd op 4 verschillende bedrijfslocaties die zijn uitgerust met het te onderzoeken systeem.

##### 3.2.1.2 Meetstrategie B

De metingen worden uitgevoerd op 2 verschillende bedrijfslocaties die zijn uitgerust met afdelingen waarin het te onderzoeken systeem is aangebracht (case) en afdelingen met een referentiesysteem met bekende emissiefactor (control).

#### 3.2.2 Metingen

Binnen de gekozen meetstrategie worden ammoniakemissiemetingen gedaan. De metingen worden per stal uitgevoerd en betreffen een periode van 24 uur of een veelvoud daarvan, het aantal metingen bedraagt 6 per jaar (binnen 2 maandelijkse perioden) en bij het kiezen van de meetperioden wordt rekening gehouden met jaaremmissiepatronen. Bij beweiden wordt gemeten als de dieren op stal zijn.

### 3.2.3 Standaardiseren

Uit wetenschappelijk onderzoek is gebleken dat de ammoniakemissie van een huisvestingssysteem varieert met de actuele omstandigheden (Monteny, 2000). Het is daarom belangrijk om meetwaarden te standaardiseren c.q. te corrigeren voor de omstandigheden tijdens de meting. Op basis van een uitgebreide dataset van metingen is vastgesteld op basis van welke parameters gestandaardiseerd moet worden en hoe die relaties er uit moeten zien (Ogink e.a., 2014). In dat onderzoek konden de effecten van de volgende omgevingsvariabelen in de analyse meegenomen worden: stalsysteem, buitentemperatuur, staltemperatuur, relatieve vochtigheid (RV) buitenlucht, RV stal, melkproductie en melkureumgetal. In de analyse is gezocht naar het best verklarende model en geconcludeerd is dat gestandaardiseerd dient te worden naar :

- Temperatuur
- Melkureum
- Mest besmeurd oppervlak

In Tabel 3.1 wordt voor het in Nederland meest gangbare type melkveestal (categorie A1.100) geïllustreerd hoe metingen volgens protocol worden gestandaardiseerd naar de EF-rav zoals die zijn opgenomen in bijlage 1 van de Wav.

**Tabel 3.1** Effecten van standaardisatie voor buitentemperatuur (T), melkureum en met mest besmeurd oppervlak op de gemiddelde emissie van 4 melkveestallen uit de A1.100 categorie bij volledig opstallen.

	Gemeten waarde	Standaardisatie: T en melkureum	Standaardisatie: T, melkureum en oppervlak
T buiten °C	15,9	10,5	10,5
Melkureumgehalte mg/100 ml	23,6	23,0	23,0
Besmeurd oppervlak m <sup>2</sup> per dierplaats	3,1	(3,1)	3,6
Emissie kg NH <sub>3</sub> /jaar per dierplaats	13,9	12,3	13,0

## 3.3 Borging

De Rav wordt gebruikt voor vergunningverlening. Het onder de vergunning verleende aantal dieren, het (emissiearme) huisvestingssysteem en eventuele andere emissiereducerende maatregelen hebben een bij het veehouderijbedrijf horende ammoniakemissie tot gevolg. De emissie wordt bepaald op basis van de EF-rav. De borging van deze emissiefactoren is daarmee essentieel en is verzorgd via wetenschappelijke publicaties en toetsing door de Technische Advies Commissie voor de Rav (TAC Rav). Het betreft de onderstaande publicaties:

- Monteny, G.J., 2000. Modelling of ammonia emissions from dairy cow houses. Wageningen University and Research/IMAG-report 2000-11, PhD-thesis, 156 pp.
- Ogink, N.W.M., Mosquera, J., Hol, J.M.G. 2013. Protocol voor meting van ammoniakemissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij 2013. Wageningen Livestock Research, rapport 726.
- Ogink, N.W.M., Groenestein, C.M., Mosquera, J. 2014. Actualisering ammoniakemissiefactoren rundvee: advies voor aanpassing in de Regeling ammoniak en veehouderij. Wageningen Livestock Research, rapport 744.
- TAC-Rav: Technische Advies Commissie Regeling Ammoniak en veehouderij  
<http://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest-en-grond/mest/regeling-ammoniak-en-veehouderij/begrippenkader>



---

## 4 NEMA: National Emission Model Agriculture

### 4.1 Inleiding

De Nederlandse landbouw is een belangrijke bron van ammoniak<sup>8</sup> (NH<sub>3</sub>). Emissie van NH<sub>3</sub> kan resulteren in eutrofiëring en bodemverzuring en daarnaast speelt NH<sub>3</sub> een rol bij emissies van fijn stof. De Emissieregistratie (ER) publiceert ieder jaar de emissies van NH<sub>3</sub> in Nederland. Deze emissies worden gerapporteerd aan de Europese Commissie (NEC-richtlijn), de UNECE (Gothenborg protocol) en de UNFCCC (Kyoto-protocol). De Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) heeft het Nederlands model voor gasvormige emissies uit de landbouw (National Emission Model for Agriculture, NEMA) ontwikkeld. Dit model wordt gebruikt om de ammoniakemissie uit de Nederlandse landbouw te berekenen en is een N-stromenmodel dat de emissie van ammoniak (in kg stikstof, kg NH<sub>3</sub>-N) uitdrukt ten opzichte van de hoeveelheid TAN (Totaal Ammoniakaal Stikstof) in de mest.

### 4.2 N-stromen methodiek op basis van TAN

NEMA is een N-stromenmodel, waarbij de emissies van NH<sub>3</sub> afhankelijk zijn van de TAN<sup>9</sup> die in de mest aanwezig is. TAN (totaal ammoniakaal N) is gedefinieerd als de hoeveelheid N in mest die makkelijk omzetbaar is in NH<sub>3</sub>. Dit betekent dat het voor het grootste deel bestaat uit urine-N en voor een klein deel uit organisch gebonden N in de mest die makkelijk mineraliseert tot NH<sub>3</sub>.

In het NEMA-model zijn de NH<sub>3</sub>-emissiefactoren (EF) voor stallen, mestopslagen, mesttoediening en beweiding gebaseerd op TAN. Echter, voor enkele andere emissiebronnen, zoals kunstmest en gewasresten, zijn geen emissiefactor op basis van TAN beschikbaar. Er zijn enkele voordelen om NH<sub>3</sub>-EF op TAN in plaats van totaal N te baseren, namelijk:

- De relatie tussen de NH<sub>3</sub>-emissie en de hoeveelheid TAN in de mest is sterker dan de relatie tussen de NH<sub>3</sub>-emissie en de hoeveelheid totaal N in de mest. Hierdoor kunnen effecten van maatregelen worden doorgerekend die het aandeel TAN in de N in mest veranderen (zoals voermaatregelen die het eiwitgehalte van het rantsoen verlagen).
- De berekende emissie bij toediening van mest is al gebaseerd op het TAN-gehalte van uitgereden mest. Hierdoor worden effecten van rantsoenen en stalsystemen op TAN ook zichtbaar in de NH<sub>3</sub>-emissie na toediening.
- Er wordt aangesloten bij internationaal geaccepteerde NH<sub>3</sub>-rekenmethodieken, alsmede bij de Emission Inventory Guidebook van EMEP/EEA, dat in Europees verband toegepast wordt.

### 4.3 Berekening TAN

De TAN (kg N) bestaat uit de uitgescheiden urine-N plus de gemineraliseerde N uit de mest. De Urine-N wordt berekend uit de N-verteerbaarheid van de voercomponenten en voor de mineralisatie van organisch gebonden N in mest wordt een vaste factor gehanteerd :

---

<sup>8</sup> Volgens de nationale emissieregistratie was in 2015 de emissie uit de Nederlandse landbouw met 117 miljoen kg NH<sub>3</sub> goed voor ca. 87% van de nationale ammoniakemissie. Van de landbouwemissies komt ongeveer 48% van huisvesting, 34% van mesttoediening, 12% van kunstmest, 2% van beweiding en 4% overig. Ongeveer de helft van de landbouwemissie was afkomstig van rundveehouderij.

<sup>9</sup> Andere N-vormige verliezen dan ammoniak zijn van invloed op de NH<sub>3</sub>-emissies in de keten. Dit betreft de emissies van NO, N<sub>2</sub>O en N<sub>2</sub> die ontstaan uit TAN door nitrificatie en denitrificatie. NEMA houdt hiermee rekening op basis van de N<sub>2</sub>O emissiefactoren voor drijfmest- en vaste-mestsysteemen uit de IPCC guidelines (IPCC, 1996).

$$\text{TAN} = \text{N-urine} + f * \text{N-faeces}$$

$$\text{N-urine} = (\text{N-voer} \times \text{VC\_RE}) - \text{N-vastlegging}$$

$$\text{N-faeces} = \text{N-voer} - \text{N-vastlegging} - \text{N-urine}$$

Waarbij:

TAN = Totaal Ammoniaktaal N

N-urine = kg N in de urine

N-faeces = kg 'onder de staart' uitgescheiden N met faeces (= organisch gebonden N)

N-voer = kg N die opgenomen is met het voer

N-vastlegging = kg N vastgelegd in het dier (lichaamsweefsel) en in melk

VC\_RE = de verteringscoëfficiënt van ruw eiwit in voer

f = 0,1: vast factor voor de fractie van de N-faeces die per jaar mineraliseert

De bovenstaande NEMA-methodiek wordt in de BEA-module van de Kringloopwijzer toegepast waarbij voor het startpunt TAN (= Berekening TAN excretie onder de staart) de volgende invoerparameters uit de Bedrijfsspecifieke EXcretie (BEX) module van de Kringloopwijzer worden genomen:

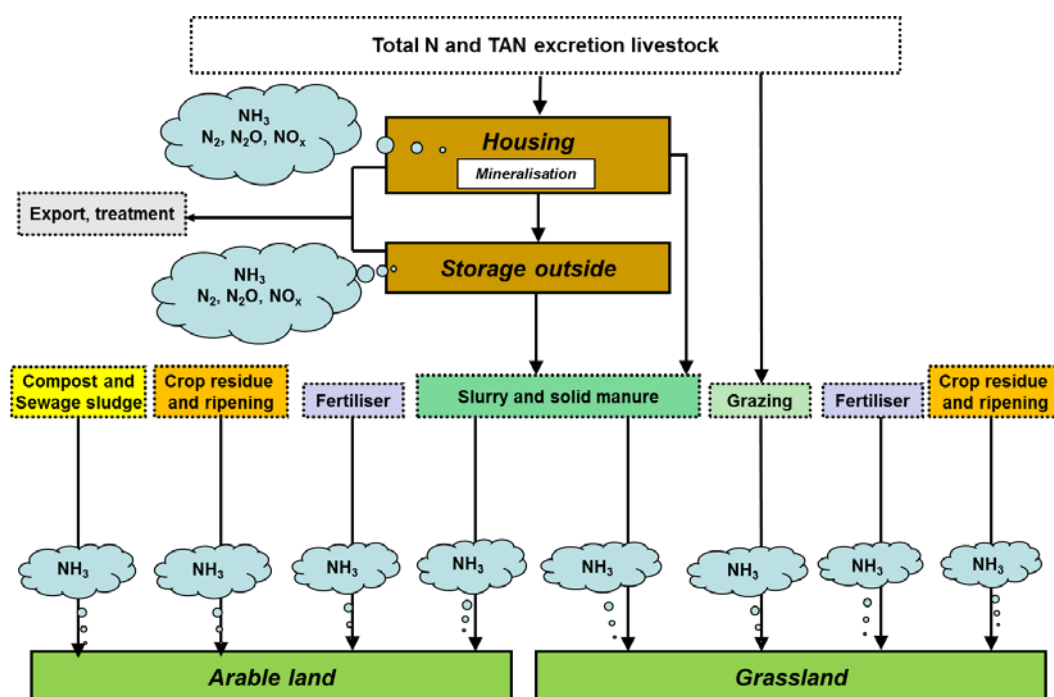
- N-voer
- N-vastlegging

De VC\_RE van het rantsoen op het betreffende bedrijf wordt in zoverre bedrijfsspecifiek berekend dat de verstrekte voedermiddelen bedrijfsspecifiek zijn, maar de VC\_RE per voedermiddel is een gemiddelde uit de voedertabellen van het Centraal Veevoeder Bureau (CVB).

## 4.4 EF-nema en N-stromen

In Figuur 1 worden de N-stromen binnen NEMA weergegeven. Inclusief de plaatsen waar ammoniakemissie plaatsvindt (weergegeven met de EF).

**Figuur 1** Schematische weergave van het TAN-stromenmodel van NEMA. De 'blauwe wolkjes' geven de verschillende emissiebronnen binnen het melkveebedrijf weer.



In figuur 1 is weergegeven hoe de TAN-stroom op het melkveebedrijf loopt en op welke plaatsen N-emissie plaatsvindt. Voor die plekken geeft de EF-nema (niet opgenomen in figuur 1) de relatie tussen de TAN-stroom en de N-emissie aan. Bij de landelijke emissieregistratie hebben de EF-nema

betrekking op het Nederlandse gemiddelde voor de TAN-stroom in de landbouw, opgebouwd uit het gewogen gemiddelde van verschillende onderliggende EF.

## 4.5 NEMA en Rav

Zowel de NEMA als Rav zijn gebaseerd op internationale wetenschappelijke inzichten en komen in principe met elkaar overeen. Echter, de methodiek van NEMA is later in de tijd ontwikkeld dan de Rav methodiek. Daardoor kon bij de ontwikkeling van NEMA op enkele punten over nieuwere informatie worden beschikt. Daarnaast biedt NEMA meer mogelijkheden om verschillen in bedrijfsvoering mee te wegen. Vooral voor rundvee heeft dat tot verschillen tussen NEMA en Rav geleid. De BEA volgt daarom de NEMA, waarna de resultaten worden omgerekend naar Rav kengetallen.

Volgens de Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) wordt de ammoniakemissie van huisvestingsystemen uitgedrukt in kg ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) per jaar per dierplaats (=EF-rav). De emissiefactor die in NEMA wordt gehanteerd (EF-nema) betreft de emissie van stikstof (N) in de vorm van ammoniak ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) die wordt uitgedrukt als percentage van TAN. De EF-nema is voor een veehouderijbedrijf en met een huisvestingsstelsel dat is opgenomen in de Rav als volgt te berekenen uit de EF-rav (Groenestein, 2012, informatieblad BO-12.12 nr. 50):

$$\text{EF-nema} = 100 * (\text{EF-rav} * 14/17 * 1/\text{LF}) / \text{TAN}$$

Waarbij:

EF-nema = Het percentage van TAN dat als  $\text{NH}_3\text{-N}$  emitteert

EF-rav = kg  $\text{NH}_3$  die per jaar per dierplaats emitteert zoals opgenomen in de Rav

14/17 = atomaire massa van N / moleculaire massa van  $\text{NH}_3$

LF = Leegstandsfactor, de tijd dat de stal in een jaar leeg staat

Door het toepassen van deze rekenregel in NEMA is de Rav-emissiefactor leidend voor de in NEMA berekende nationale stalemissie. Een uitzondering betreft het voor BEA relevante melkvee. Daar wordt de EF-nema niet afgeleid van de EF-rav, maar gebaseerd op de TAN-excretie die hoort bij het jaar waarin de stalemissie gemeten is (het referentiejaar). In deze rapportage wordt bovenstaande formule dan ook uitsluitend gebruikt bij het 'vertalen' van de emissie op basis van NEMA naar de emissie in de Rav-eenheid (kg  $\text{NH}_3$  per dierplaats per jaar).

## 4.6 Borging

De NEMA wordt gebruikt voor de landelijke emissieregistratie ten behoeve van de door het Ministerie van Economische Zaken af te leggen verantwoording aan de EU. Borging is daarmee essentieel en is verzorgd via wetenschappelijke publicaties en toetsing door de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet. Het betreft de onderstaande publicaties:

- Bruggen C. van, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans. S.M. van der Sluis & G.L. Velthof (2011a). Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest, 1990-2008. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA) . WOT-werkdocument 250. WOT Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen UR, Wageningen. - CBS, 2010. Gestandaardiseerde berekeningsmethode voor dierlijke mest en mineralen. Centraal Bureau voor de Statistiek, ISBN: 978-90-357-1999-6, Den Haag, NL.
- Oenema, O., G.L. Velthof, N. Verdoes, P.W.G. Groot Koerkamp, A. Bannink, G.J. Monteny, H.G. van der Meer en K. van de Hoek (2000). Forfaitaire waarden voor gasvormige stikstofverliezen uit stallen en mestopslagen. Alterra Rapport 107. Wageningen, 186 p.
- Velthof, G.L., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen en J.F.M. Huijsmans 2009. Methodiek voor berekening van ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland, Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOT-rapport 70. 180 blz. 2 fig.; 7 tab.; 112 ref.; 20 bijl.

- 
- van Bruggen, C., A. Bannink, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2014). Emissies naar lucht uit de landbouw in 2012. Berekeningen van ammoniak, stikstofdioxide, lachgas, methaan en fijn stof met het model NEMA. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-technical report 3.
  - van Bruggen, C., A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2015). Emissies naar lucht uit de landbouw, 1990-2013. Berekeningen van ammoniak, stikstofdioxide, lachgas, methaan en fijn stof met het model NEMA. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-technical report 46.
  - Groenestein, C.M. (2012). Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). Informatieblad BO-12.12 nr. 50, Thema Mest, Milieu en Klimaat, november 2012.
  - Velthof, G.L. (2012). Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA). Informatieblad BO-12.12 nr. 50, Thema Mest, Milieu en Klimaat, november 2012.
  - Velthof, G.L., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen and J.F.M. Huijsmans (2012). A model for inventory of ammonia emissions from agriculture in the Netherlands. *Atmospheric Environment* 46, 248 - 255.
  - Velthof, G.L., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen en J.F.M. Huijsmans (2009). Methodiek voor berekening van ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt- rapport 70.

## 5 Kringloopwijzer en de BEA-module

### 5.1 Inleiding

De Kringloopwijzer is een model waarmee voor melkveebedrijven bedrijfsspecifieke berekeningen gemaakt worden van de hoeveelheid stikstof (N) en fosfor (P) in de excretie en in de gewassen (Aarts et al., 2015). De berekening heeft betrekking op een (kalender)jaar en gebeurt op basis van de geregistreerde productie (melk) en productiemiddelen (de omvang en samenstelling van de veestapel en het voer). Informatie over N- en P-excretie en vastlegging in gewassen wordt gebruikt voor het berekenen van zowel de benutting als de verliezen van nutriënten tijdens de cirkelgang van de bodem via gewassen, veestapel en mest naar, opnieuw, de bodem. Bedrijven gebruiken de berekende excretiecijfers, benutting en verliezen om hun nutriëntenbeheer te verbeteren. Overheden gebruiken deze getallen ter bepaling van de hoeveelheid mest die op individuele bedrijven moet worden afgevoerd of mag worden toegediend.

De Kringloopwijzer bestaat uit verschillende rekenmodules (figuur 5.1), waaronder modules voor de berekening van de **B**edrijfsspecifieke **EX**cretie van N en P (BEX) en de berekening van de **B**edrijfsspecifieke **E**missie van **A**mmoniak (BEA).

**Figuur 5.1** Grafische weergave van de modules waaruit de Kringloopwijzer is opgebouwd.



Legenda:

- BEX (Bedrijfsspecifieke excretie)
- BEA (Bedrijfsspecifieke emissie van ammoniak)
- BEN (Bedrijfsspecifieke emissie van nitraat en lachgas)
- BEP (Bedrijfsspecifieke fosfaatstromen)
- BEC (Bedrijfsspecifieke koolstofstromen).

De in de Kringloopwijzer gebruikte rekenregels zijn vastgelegd door Schröder e.a. (2016).

De BEA-module bevat de rekenregels van de NEMA en maakt daarnaast gebruik van enkele resultaten van de BEX-module voor de berekening van de TAN excretie volgens de NEMA methodiek (zie paragraaf 3.3). De gebruikte BEX gegevens zijn:

- Kg N in opgenomen voer (zie 5.3)
- Kg N vastgelegd in dierlijk product vlees/groei en melk (zie 5.4)

---

De BEX-module is een rekentool die exact de rekenregels volgt zoals beschreven in de Handreiking bedrijfsspecifieke excretie melkveehouderij (Anonymus, 2010). De Handreiking is een beleidsinstrument van het ministerie van Economische Zaken welke in 2008 in gebruik is genomen na verwerking van de opmerkingen uit een review van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM). Indien nodig worden de rekenregels in de BEX aangepast aan de laatste inzichten. Dat is tot nu toe gebeurd in 2009 en 2016.

## 5.2 BEA en NEMA

In 4.4 is beschreven dat bij de landelijke emissieregistratie de NEMA emissiefactoren (EF-nema) betrekking hebben op het Nederlandse gemiddelde voor de TAN-stroom in de landbouw, opgebouwd uit het gewogen gemiddelde van verschillende onderliggende EF.

Voor de bedrijfsspecifieke benadering in BEA wordt juist niet met het landelijke gemiddelde maar met de bedrijfsspecifieke TAN-stroom en de daarbij horende EF gerekend. Deze EF-nema in BEA zijn niet bedrijfsspecifiek maar staltype-specifiek en specifiek voor de techniek van mest aanwenden. In deze rapportage wordt BEA uitsluitend gebruikt om de ammoniakemissie uit huisvestingssystemen in combinatie met voer- en diermanagementmaatregelen te berekenen, zodat de systematiek aansluit op de Rav. Daarvoor zijn niet alle onderdelen van de NEMA-methodiek nodig, maar alleen de TAN-excretie, de N-mineralisatie en de EF van de specifieke huisvesting. Daarvoor wordt het volgende berekend:

- Berekening van de TAN-excretie (in kg per jaar, 'onder de staart').
- Verdeling van de TAN-excretie (kg) over de excretie in de stal in de zomer- en winterperiode.
- Berekening van de TAN-excretie (kg) in stal in de zomerperiode (cq van de excretie in de weide).
- Berekening van de N-mineralisatie in de in het huisvestingssysteem opgeslagen N-organisch in dierlijke mest.
- Vaststelling van de EF van het huisvestingssysteem op het specifieke bedrijf.

## 5.3 Vaststellen voeropname in kg N

De N opname van de melkveestapel wordt in de BEX-module van de Kringloopwijzer berekend als de optelsom van de opname uit alle gevoerde voedermiddelen. Het betreft de werkelijk opgenomen hoeveelheid voer (netto opname) op basis van De VEM-behoefte van de aanwezige dieren (gecorrigeerd voor een veronderstelde overschrijding van die dekking met 2%). Om die berekeningen uit te kunnen voeren verplicht de Kringloopwijzer de deelnemende bedrijven om van alle voedermiddelen zowel het VEM, N en P gehalte te laten analyseren alsmede de aanwezige hoeveelheid vast te leggen. De aanwezige hoeveelheid aangekochte voedermiddelen wordt vastgesteld op basis van de afleverbon van de leverancier. De aanwezige hoeveelheid zelf geteeld ruwvoer wordt, voor zover ingekuuld, vastgesteld via meting van de kuilinhoud (door een geaccrediteerde monsternemer). Daarbij wordt een constante dichtheid in kg per m<sup>3</sup> aangenomen op basis van onderzoek van Van Schooten & van Dongen (2007). Uit dat onderzoek is tevens gebleken dat deze 'best practice' voor de schatting van de hoeveelheid kuilvoer een grote variatie in resultaat kent. Daarmee is de geschatte hoeveelheid kuilvoer onvoldoende nauwkeurig om het verbruik van kuilvoer gelijk te stellen aan de voeropname ervan. In de BEX-module van de Kringloopwijzer is er daarom voor gekozen om de voeropname van (zelfgeteelde) ruwvoerders te berekenen op basis van de VEM-behoefte, waarbij de benodigde VEM naar rato van de VEM-verhouding in de aangelegde voorraden - zoals vastgesteld door een geaccrediteerd laboratorium - wordt verdeeld over de verschillende voedermiddelen (Zie voorbeeld in kader).

**Voorbeeld berekening opname ruwvoer (fictief)**

Een melkveebedrijf voert jaarrond uitsluitend snijmaiskuil en graskuil. Het geaccrediteerde laboratorium heeft vastgesteld dat er 1200 kVEM in de kuilen is opgeslagen, waarvan in het betreffende kalenderjaar 1000 kVEM is verbruikt. Die 1000 kVEM verbruik bestaat uit 250 kVEM snijmaiskuil en 750 kVEM graskuil.

De Kringloopwijzer (BEX-module) heeft vastgesteld dat in het betreffende kalenderjaar de VEM-behoefte van de veestapel 800 kVEM is. In deze 800 kVEM voederbehoefte wordt dan voorzien door  $250/1000 \times 800 = 200$  kVEM snijmaiskuil en  $750/1000 \times 800 = 600$  kVEM graskuil. Via de geanalyseerde N/VEM en P/VEM verhouding in de afzonderlijke voedermiddelen wordt de VEM-opname uit snijmaiskuil en graskuil omgerekend naar een N- en P-opname uit die producten. Via optelling van de N- en P-opname uit de afzonderlijke voedermiddelen wordt de totale (=rantsoen) N- en P-opname berekend.

## 5.4 Vaststellen N-vastlegging in dierlijk product

De N-vastlegging in dierlijk product betreft de vastgelegde N (kg per jaar) in melk en in groeiende dieren (=foetus + adnexa, kalf, pink, 1e kalfskoe en 2e kalfskoe) en wordt volgt berekend:

Vastlegging N (kg per jaar) = kg dierlijk product per jaar x N-gehalte van het dierlijk product

De voor bovenstaande berekening benodigde gegevens bestaan uit een mix van bedrijfsspecifieke informatie en vastgestelde Nederlandse gemiddelden (forfaits).

Bedrijfsspecifieke informatie is beschikbaar voor:

Geproduceerde melk, N-gehalte in melk, aantallen dieren in de categorieën jongvee jonger dan 1 jaar (kalf), jongvee ouder dan 1 jaar (pink) en melkvee.

Forfaits worden gebruikt voor:

Vastlegging N (g/kg) in respectievelijk foetus + adnexa, kalf, pink, 1e kalfskoe en 2<sup>e</sup> kalfskoe.

Constanten worden gebruikt voor:

- Het percentage drachtige dieren (op jaarbasis) in de veestapel om de vastlegging in foetus + adnexa te kunnen berekenen.
- De leeftijdsopbouw van de melkveestapel om het aantal 1e kalfskoeien, 2e kalfskoeien en oudere koeien te kunnen berekenen.

## 5.5 Borging

De Kringloopwijzer en de rekenmethodiek van de afzonderlijke modules is beschreven in verschillende publicaties:

- Aarts, H.F.M., M.H.A. de Haan, J.J. Schröder, H.C. Holster, J.A. de Boer, J.W. Reijs, J. Oenema, G.J. Hilhorst, L.B. Šebek, F.P.M. Verhoeven & B. Meerkerk, 2015. Quantifying the environmental performance of individual dairy farms – the Annual Nutrient Cycling Assessment (ANCA). In: Grassland Science in Europe, Volume 20: 377 – 380.
- Anonymus, 2010. Handreiking bedrijfsspecifieke excretie melkveehouderij; versie 1 januari 2010. <http://www.rvo.nl/file/handreiking-bedrijfsspecifieke-excretie-melkvee>
- Schröder, J.J., L.B. Šebek, J.W. Reijs, J. Oenema, R.M.A. Goselink, J.G. Conijn & J. de Boer, 2016. Rekenregels van de KringloopWijzer-Versie 30 december 2015 - Achtergronden van BEX, BEA, BEN, BEP en BEC: actualisatie van de 4 maart 2014 versie. Rapport 640, Plant Research International, Wageningen UR, 103 pp.

---

## 6 Handhaven met BEA en Rav

### 6.1 Inleiding

De Rav wordt gebruikt voor vergunningverlening. Het onder de vergunning verleende aantal dieren, het huisvestingssysteem en eventuele NH<sub>3</sub>-reducerende maatregelen hebben een bij het veehouderijbedrijf horende ammoniakemissie tot gevolg. Die emissie wordt bepaald op basis van de Emissiefactoren-rav (EF-rav). De EF-rav houden rekening met het huisvestingssysteem en de daarbij horende randvoorwaarden zoals mestschuif, sproeien, luchtwasser, stalhoogte, openingen in de stal, etc. De toezichthouder kan door controle van het aantal dieren, huisvestingssysteem en andere technische maatregelen vaststellen of voldaan wordt aan de vergunning. Echter, wanneer bij vergunningverlening het (reductie) effect van voer- en diermanagementmaatregelen op de ammoniakemissie moet worden meegerekend, is bovenstaande werkwijze niet meer voldoende. Immers, de veehouder zal de ammoniakreductie kunnen gebruiken om meer dieren te houden, omdat de emissie per dierplaats lager is geworden. Het aantal dieren voldoet dan niet langer als criterium en een instrument als de BEA is dan nodig. Om goed aan te sluiten bij de Rav-systematiek is het belangrijk dat de resultaten van de BEA worden uitgedrukt in de Rav eenheid 'kg ammoniak uit de stal per dierplaats per jaar'. De daarvoor gebruikte rekenwijze is niet opgenomen in één van de aan BEA ten grondslag liggende methodieken (i.c. NEMA, Rav en Kringloopwijzer). Dat wordt in dit hoofdstuk beschreven en inzichtelijk gemaakt aan de hand van casussen waarin de BEA (het rekenen conform de NEMA-werkwijze) wordt vertaald naar de Rav-werkwijze met de eenheid 'kg ammoniak uit de stal per dierplaats per jaar'. Ook wordt beschreven, en met een voorbeeld toegelicht, dat de rekenmethodiek van BEA werkt voor alle staltypen uit de Rav-lijst in bijlage 1 van Rav.

### 6.2 TAN-emissie (NH<sub>3</sub>-N) en ammoniakemissie (NH<sub>3</sub>)

De omrekening van de emissiefactoren in NEMA (EF-nema) naar de emissiefactoren in de Rav (EF-rav) en vice versa gebeurt volgens algemeen geaccepteerde rekenregels (Groenestein, 2012, informatieblad BO-12.12 nr. 50). Bij gebruik van die rekenregels voor melkvee is de leegstandsfactor LF = 1, hetgeen overeenkomt met 100% bezetting. Daarmee wordt de oorspronkelijk formule (zie paragraaf 4.5) aangepast tot:

$$EF-nema = 100 * (EF-rav * 14/17 * 1/1) / TAN = 100 * (EF-rav * 14/17) / TAN$$

Waarbij: EF-nema = Het percentage van TAN dat als NH<sub>3</sub>-N emitteert  
EF-rav = kg NH<sub>3</sub> die per jaar per dierplaats emitteert zoals opgenomen in de Rav  
14/17 = atomaire massa van N / moleculaire massa van NH<sub>3</sub>

Met de 14/17 factor wordt op gewichtsbasis het percentage N in ammoniak weergegeven. De gewichtsbasis wordt uitgedrukt in de molaire massa (M) en is gelijk aan de massa per mol van die stof. De eenheid is gram per mol (g/mol). De molaire massa is een stoffeigenschap.

Ammoniak is een anorganische verbinding van stikstof en waterstof met de molecuulformule NH<sub>3</sub>. De molaire massa is gelijk aan de optelsom van de afzonderlijke moleculen (1 keer N en 3 keer H):

Molaire massa N = 14 g/mol  
Molaire massa H = 1 g/mol  
Molaire massa NH<sub>3</sub> = (1 x 14) + (3 x 1) = 17 g/mol

Het deel N in NH<sub>3</sub> is uit bovenstaande informatie te berekenen als:

$$\text{Molaire massa N} / \text{Molaire massa NH}_3 = 14 / 17 = 0,8235 = 82,35\%$$

Hieruit volgt: a) dat 100 kg NH<sub>3</sub> overeenkomt met 100 x 0,8235 = 82,35 kg NH<sub>3</sub>-N  
b) dat 100 kg NH<sub>3</sub>-N overeenkomt met 100 / 0,8235 = 121,4 kg NH<sub>3</sub>.



---

## 6.3 Basis TAN productie

### 6.3.1 Basis TAN-productie (excretie + mineralisatie)

Voer- en diermanagementmaatregelen hebben hun NH<sub>3</sub>-reducerende effect via vermindering van de TAN-excretie. Dat betekent dat het effect van maatregelen moet worden uitgedrukt ten opzichte van een referentiewaarde voor de TAN-productie. Uit paragraaf 6.2 blijkt dat uit de combinatie van de EF-rav en de EF-nema de TAN-productie kan worden berekend. Door dit te doen voor het standaard Rav-staltype A1.100 kan voor de gemiddelde Nederlandse melkveestapel met een gemiddeld Nederlands melkveeantsoen de TAN-productie (excretie + mineralisatie) worden berekend.

De EF-rav voor verschillende staltypen A1.x (Bijlage 1 van Rav) hebben alle betrekking op exact dezelfde stalbezetting c.q. hetzelfde aantal dieren van dezelfde gemiddelde Nederlandse melkveestapel met hetzelfde gemiddelde Nederlandse melkveeantsoen. Daarmee zijn de EF-rav allemaal gebaseerd op dezelfde TAN-productie en die TAN-productie wordt in deze rapportage als referentiewaarde genomen en de Basis TAN-productie (excretie + mineralisatie) genoemd.

### 6.3.2 Basis TAN-productie (kg per dier per jaar) van een specifiek bedrijf

De Basis TAN-productie (excretie + mineralisatie) van een specifiek bedrijf is gedefinieerd als de TAN-productie van een gemiddelde melkveestapel op een gemiddeld rantsoen. De Basis TAN-productie is dus voor ieder staltype exact gelijk en kent als enige bedrijfsspecifieke variabele het aantal dieren op het bedrijf. Daarom wordt de Basis TAN-productie uitgedrukt in kg TAN per dier per jaar. Bij een bezettingsgraad van 100% komt dit overeen met kg TAN per dierplaats per jaar, waarmee het aansluit bij de eenheid van de EF-rav. Voor de referentiewaarde van de TAN-productie van een specifiek melkveebedrijf moet de Basis TAN-productie vermenigvuldigd worden met het aantal aanwezige dieren.

## 6.4 Casussen als voorbeeld

### 6.4.1 Definitie en werkwijze

De kern van het omrekenen van NEMA eenheden naar Rav eenheden betreft de methodiek van rekenen. Het is daarvoor niet nodig om alle varianten in bedrijfssystemen en bedrijfsvoeringen (bv met of zonder weiden) door te rekenen, zodat voor de casussen kan worden gewerkt met een inzichtelijk bedrijf:

- Staltype: A1.100
- Opstallen: jaarrond opstallen
- Gemiddelde bezettingsgraad: 100%<sup>10</sup>
- Aantal dieren: 100
- EF-rav: 13,0 kg NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar (bron: bijlage 1 van de Wav)
- EF-nema voor stal A1.100: zie tabel 6.1

Deze casus met staltype A1.100 wordt eerst doorgerekend voor de situatie waarin de ammoniakemissiemetingen volgens Rav protocol zijn uitgevoerd d.w.z. met in die stal een gemiddelde Nederlandse melkveestapel met een gemiddeld Nederlands rantsoen. Op deze wijze wordt de Basis TAN-productie uitgerekend. Dat betekent dat er nog geen voer- en diermanagementmaatregelen gericht op reductie van de ammoniakemissie worden genomen (Voorbeeld 1: Stal A1.100 zonder maatregelen). Vervolgens wordt dezelfde casus doorgerekend voor de situatie waarin wel voer- en diermanagementmaatregelen worden genomen om de emissie van ammoniak te reduceren (Voorbeeld 2: Stal A1.100 met maatregelen). Tot slot wordt deze aanpak in voorbeeld 3 en voorbeeld 4 herhaald

---

<sup>10</sup> Een bezettingspercentage van 100% of leegstandsfactor LF=1, is bij melkvee het uitgangspunt voor zowel Rav als NEMA. Bij deze bezettingsgraad is het aantal dieren gelijk aan het aantal dierplaatsen

voor een ander staltype dan staltype A1.100. Het alternatieve staltype betreft A1.26, is willekeurig gekozen en kan door ieder ander staltype vervangen worden.

#### 6.4.2 Basis gegevens NEMA

Om de Basis TAN-productie te kunnen berekenen is de EF-nema voor de beschreven casus met staltype A1.100 nodig. De NEMA heeft de EF-nema gerapporteerd (van Bruggen e.a., 2015), maar in de betreffende rapportage wordt een over staltypes gewogen landelijk gemiddelde EF-nema weergegeven. Daardoor is niet precies terug te lezen wat de jaarrond EF-nema voor staltype A1.100 bij permanent opstallen is. Om berekening van de Basis TAN-productie mogelijk te maken zijn de onderliggende data beschikbaar gesteld door de auteur (persoonlijke communicatie) en, voor zover relevant voor de hier beschreven casus, opgenomen in tabel 6.1.

**Tabel 6.1** Uitsplitsing emissiefactoren 2013 bij jaarrond opstallen.

	Stal A1.100			
	EF-nema %NH <sub>3</sub> -N van TAN	EF-rav Kg NH <sub>3</sub> dierplaats	EF-rav Kg NH <sub>3</sub> -N dierplaats	TAN Kg
Winterperiode	13,4 <sup>1)</sup>	6,98 <sup>2)</sup>	5,74 <sup>3)</sup>	42,84 <sup>3)</sup>
Zomerperiode	11,9 <sup>1)</sup>	6,02 <sup>2)</sup>	4,96 <sup>3)</sup>	41,68 <sup>3)</sup>
Jaarrond	<b>12,7<sup>4)</sup></b>	13,00	10,70 <sup>3)</sup>	<b>84,52<sup>4)</sup></b>

<sup>1)</sup> Bron: van Bruggen, persoonlijke mededeling

<sup>2)</sup> Bron: Ogink e.a., 2014

<sup>3)</sup> De cursieve getallen zijn uitgerekend als:  
 EF-rav in kg NH<sub>3</sub>-N = 0,8235 x EF-rav in kg NH<sub>3</sub> en  
 TAN (kg) = 100 x (EF-rav in kg NH<sub>3</sub>-N / EF-nema)

<sup>4)</sup> De vetgedrukte cursieve getallen zijn uitgerekend als:  
 TAN (kg) jaarrond = TAN (kg) winterperiode + TAN (kg) zomerperiode  
 EF-nema jaarrond = 100 x (EF-rav in kg NH<sub>3</sub>-N / TAN in kg)

#### 6.4.3 Voorbeeld 1: Basis TAN-productie, Stal A1.100, zonder maatregelen

Doel: Berekenen van de Basis TAN-productie van een gemiddelde Nederlandse melkveestapel met een gemiddeld rantsoen, waarvoor volgens de Rav-methodiek de ammoniakemissie is vastgesteld.

In een stal A1.100 met standaard voer- en diermanagement (d.w.z. zonder maatregelen) is de ammoniakemissie volgens Rav protocol 13,0 kg per dierplaats per jaar. Bij 100 dierplaatsen en een bezettingsgraad van 100% bedraagt de ammoniakemissie 13,0 x 100 = 1300 kg NH<sub>3</sub> per jaar. Deze 1300 kg NH<sub>3</sub> bevat 1300 x 0,8235 (zie paragraaf 6.2) = 1070,6 kg N ofwel 1071 kg NH<sub>3</sub>-N.

Volgens de EF-nema (zie tabel 6.1) vervluchtigt in deze stal jaarrond 12,7% van de TAN als ammoniak. Met deze EF-nema en de stalemissie in kg NH<sub>3</sub>-N wordt de hoeveelheid geproduceerde TAN in deze stal berekend: TAN (kg/jaar) = 100 x (1070,6/12,7) = 8429,5 ofwel 8430 kg N. De TAN productie is de optelsom van de TAN excretie (onder de staart) plus de mineralisatie van organisch gebonden N in de mestkelder (tabel 6.2).

De hier berekende TAN-productie gedeeld door het aantal dieren geeft de Basis TAN-productie:

$$\text{Basis TAN-productie (kg per dier per jaar)} = 8430 / 100 = 84,3 \text{ kg TAN}$$

**Tabel 6.2** Resultaat berekeningen (zie Bijlage 2: Rekensheet voorbeeld 1) voor een stal A1.100 met 100 dieren en 100% bezettingsgraad, zonder NH<sub>3</sub>-reducerende managementmaatregelen.

Kengetal	Herkomst	Waarde
EF-rav (kg NH <sub>3</sub> per dierplaats per jaar)	Vastgesteld door Rav	13,0 kg NH <sub>3</sub>
EF-nema (% TAN vervluchtigd)	Vastgesteld door NEMA	12,7 %
Stalemissie (kg NH <sub>3</sub> per jaar)	Berekend door BEA	1300 kg NH <sub>3</sub>
Stalemissie (kg NH <sub>3</sub> -N per jaar)	Berekend door BEA	1071 kg NH <sub>3</sub> -N
TAN-productie in de stal (kg N per jaar)	Berekend door BEA	8430 kg N

#### 6.4.4 Voorbeeld 2: Stal A1.100, met maatregelen

Doel: Berekenen van de ammoniakemissie in kg per dierplaats per jaar voor een gemiddelde Nederlandse melkveestapel met een voer- en diermanagement dat gericht is op het verminderen van de ammoniakemissie (= EF-rav-TANreductie).

In dezelfde stal met dezelfde veestapel als in paragraaf 6.4.3 wordt via voer- en diermanagementmaatregelen gestuurd op vermindering van de TAN-excretie en daarmee van de ammoniakemissie. Het is niet duidelijk of de genomen maatregelen succesvol zijn en hoe groot de reductie is.

Via de BEA wordt voor dit bedrijf de bedrijfsspecifieke TAN productie in de stal vastgesteld op 7250 kg TAN (excretie + mineralisatie). Dat is een TAN-productie van  $7250 / 100 = 72,5$  kg per dier per jaar. De maatregelen hebben de Basis TAN-productie daarmee teruggebracht van de 84,3 kg per dier per jaar in paragraaf 6.4.3 naar 72,5 kg per dier per jaar. De EF-nema voor deze stal wordt niet beïnvloed door voer- en diermanagementmaatregelen en is daarmee voor de berekeningen niet relevant. De ammoniakemissie per dierplaats bedraagt dan  $72,5 / 84,3 * EF-rav = 0,86 * 13,0 = 11,18$  kg NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar (Tabel 6.3). De reductie in ammoniakemissie door het nemen van voer- en diermanagementmaatregelen is  $13,0 - 11,2 = 1,8$  kg ammoniak per dierplaats per jaar (=13,8%).

**Tabel 6.3** Resultaat berekeningen (zie Bijlage 3: Rekensheet voorbeeld 2) voor een stal A1.100 met 100 dieren en 100% bezettingsgraad, met NH<sub>3</sub>-reducerende managementmaatregelen.

Kengetal	Herkomst	Waarde
EF-rav-TANreductie (kg NH <sub>3</sub> per dierplaats per jaar)	Berekend door BEA	11,2 kg NH <sub>3</sub>
EF-nema (% TAN vervluchtigd)		Niet relevant
Stalemissie (kg NH <sub>3</sub> per jaar)	Berekend door BEA	1118 kg NH <sub>3</sub>
Stalemissie (kg NH <sub>3</sub> -N per jaar)	Berekend door BEA	921 kg NH <sub>3</sub> -N
TAN-productie in de stal (kg N per jaar)	Berekend door BEA	7250 kg N

#### 6.4.5 Voorbeeld 3: Stal A1.26, zonder maatregelen

Doel: Inzichtelijk maken dat zonder TAN- reducerende maatregelen ook voor andere staltypes dan A1.100 de EF-rav ongewijzigd blijven.

Volgens de bijlage 1 van de Rav is staltype A1.26 een ligboxenstal met hellende V-vormige vloer, voorzien van geprofileerde rubber matten, met centrale giergoot en mestschuif (BWL 2013.07.V1). De EF-rav voor stal A1.26 = 9,6 kg NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar.

In staltype A1.26 zal met hetzelfde standaard voer- en diermanagement (d.w.z. zonder maatregelen) en exact dezelfde veestapel als in stal A1.100 ook exact dezelfde hoeveelheid TAN per jaar geproduceerd worden (paragraaf 6.4.3 = 8430 kg TAN per jaar). De ammoniakemissie in deze stal is onder genoemde omstandigheden volgens de bijlage 1 van de Rav gelijk aan 9,6 kg NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar en bedraagt bij een bezettingsgraad van 100% voor 100 dieren 960 kg NH<sub>3</sub> per jaar (Tabel 6.4). De ammoniakemissie uitgedrukt in kg N is dan  $960 * 0,8235 = 790,6$  kg N (= 791 kg NH<sub>3</sub>-N).

**Tabel 6.4** Resultaat berekeningen (zie Bijlage 4: Rekensheet voorbeeld 3) voor een stal A1.26 met 100 dieren en 100% bezettingsgraad, zonder NH<sub>3</sub>-reducerende managementmaatregelen.

Kengetal	Herkomst	Waarde
EF-rav (kg NH <sub>3</sub> per dierplaats per jaar)	Vastgesteld door Rav	9,6 kg NH <sub>3</sub>
EF-nema (% TAN vervluchtigd)	Niet relevant	
Stalemissie (kg NH <sub>3</sub> per jaar)	Berekend door BEA	960 kg NH <sub>3</sub>
Stalemissie (kg NH <sub>3</sub> -N per jaar)	Berekend door BEA	791 kg NH <sub>3</sub> -N
TAN-productie in de stal (kg N per jaar)	Basis TAN-productie x aantal dieren	8430 kg N

#### 6.4.6 Voorbeeld 4: Stal A1.26, met maatregelen

Doel: Berekenen van de ammoniakemissie in kg per dierplaats per jaar voor staltype A1.26 voor een gemiddelde Nederlandse melkveestapel met een voer- en diermanagement dat gericht is op het verminderen van de ammoniakemissie (= EF-rav-TANreductie).

In dezelfde stal A1.26 als in 6.4.5 wordt via voer- en diermanagement maatregelen gestuurd op vermindering van de TAN-excretie en daarmee van de ammoniakemissie. Het is niet duidelijk of de genomen maatregelen succesvol zijn en hoe groot de reductie is.

Via de BEA wordt voor dit bedrijf de bedrijfsspecifieke TAN productie in de stal vastgesteld op 7250 kg TAN (excretie + mineralisatie). Dat is een TAN-productie van  $7250 / 100 = 72,5$  kg per dier per jaar. De maatregelen hebben de Basis TAN-productie daarmee teruggebracht van de 84,3 kg per dier per jaar in paragraaf 6.4.3 naar 72,5 kg per dier per jaar. De EF-nema voor deze stal wordt niet beïnvloed door voer- en diermanagementmaatregelen en is daarmee voor de berekeningen niet relevant. De ammoniakemissie per dierplaats bedraagt dan  $72,5 / 84,3 * EF-rav = 0,86 * 9,6 = 8,26$  kg NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar (Tabel 6.5). De reductie in ammoniakemissie door het nemen van voer- en diermanagementmaatregelen is  $9,6 - 8,3 = 1,3$  kg ammoniak per dierplaats per jaar (=13,5%).

**Tabel 6.5** Resultaat berekeningen (zie Bijlage 5: Rekensheet voorbeeld 4) voor een stal A1.26 met 100 dieren en 100% bezettingsgraad, met NH<sub>3</sub>-reducerende managementmaatregelen.

Kengetal	Herkomst	Waarde
EF-rav-TANreductie (kg NH <sub>3</sub> per dierplaats per jaar)	Berekend door BEA	8,3 kg NH <sub>3</sub>
EF-nema (% TAN vervluchtigd)		Niet relevant
Stalemissie (kg NH <sub>3</sub> per jaar)	Berekend door BEA	826 kg NH <sub>3</sub>
Stalemissie (kg NH <sub>3</sub> -N per jaar)	Berekend door BEA	682 kg NH <sub>3</sub> -N
TAN-productie in de stal (kg N per jaar)	Berekend door BEA	7250 kg N

---

## 7 Bijlagen

### **Bijlage 1: Deelnemerslijst workshops**

Bart de Vreede  
Coördinator vergunningverlening Natuurbeschermingswet  
Provincie Drenthe

André Botterhuis  
Toezichthouder Groene Wetten  
PDH Provincie Overijssel

Fred Stouthart  
Adviseur agrarisch  
Omgevingsdienst Zuidoost-Brabant

Fons Rensen.  
Senior adviseur milieu  
Rensen Milieu

Agnes Willigenburg  
Medewerkster vergunningverlening Natuurbeschermingswet  
Provincie Overijssel

Gertjan Plijter  
ZZP, voorheen provincie Drenthe

Wout Niezen Drenthe  
Functie niet bekend

Wiebren van Stralen  
Beleidsadviseur Mest & Milieu veehouderij LTO Nederland

## Bijlage 2: Rekensheet voorbeeld 1

Voorbeeld 1: Staltype A1.100, geenvoer- en diermanagement maatregelen, jaarrond opstallen					
	Invoer	Berekening			Rekenwijze
staltype Rav	A1.100				
EF-rav (kg NH3 per dierplaats per jaar)	13,0				
aantal dieren	100				
Stalbezetting 100% (LF)	1	vervluchtigde NH3 (kg per jaar)	1300		= EF-rav x aantal dieren x LF = 13,0 x 100 x 1
Omrekenfactor van NH3 naar NH3-N	0,8235	vervluchtigde NH3-N (kg per jaar)	1071		= NH3 x omrekenfactor = 1300 x 0,8235
EF-nema (% NH3-N dat per jaar vervluchtigt)	12,7	productie NH3-N (kg per jaar)	8430		Rav NH3-N = EF-nema dus 1071 = 12,7% en 100% = 100 x (1071/12,7)
voer- en diermanagementmaatregelen	geen				
weidegang	geen				
		<b>nieuw!</b> Basis TAN productie (kg per dier per jaar)	84,3		= TAN excretie + TAN mineralisatie per dier(plaats) = productie NH3-N / aantal dieren

### Bijlage 3: Rekensheet voorbeeld 2

Voorbeeld 2: Staltype A1.100, wel voer- en diermanagement maatregelen, jaarrond opstallen				
	Invoer		Berekening	Rekenwijze
staltype Rav	A1.100			
EF-rav (kg NH3 per dierplaats per jaar)	13,0			
aantal dieren	100			
Stalbezetting 100% (LF)	1			
Omrekenfactor van NH3 naar NH3-N	0,8235			
voer- en diermanagementmaatregelen	wel			
weidegang	geen			
met BEA berekende TAN productie (kg/jaar)	7250		= TAN excretie + TAN mineralisatie	= output BEA
BEA TAN productie (kg per dier per jaar)	72,5	nieuw!	= BEA TAN productie veestapel / aantal dieren = 7250 / 100	
Basis TAN productie (kg per dier per jaar)	84,3		zie Bijlage 1: voorbeeld 1	
Reductie ammoniakemissie	0,1399		= (Basis TAN - BEA TAN) / Basis TAN	= ( 84,3 - 72,5) / 84,3
EF-rav-TANreductie (kg NH3 per dierplaats per jaar)	11,2	nieuw!	= EF-rav * ( 1 - reductie NH3) = 11,2 * ( 1 - 0,1399) = 11,2 * 0,8601	

#### Bijlage 4: Rekensheet voorbeeld 3

Voorbeeld 3: Staltype A1.26, geen voer- en diermanagement maatregelen, jaarrond opstallen				
	<b>Invoer</b>	<b>Berekening</b>		<b>Rekenwijze</b>
staltype Rav	A1.26			
<b>EF-rav</b> (kg NH3 per dierplaats per jaar)	9,6			
aantal dieren	100			
Stalbezetting 100% (LF)	1	vervluchtigde NH3 (kg per jaar)	960	= EF-rav x aantal dieren x LF = 9,6 x 100 x 1
Omrekenfactor van NH3 naar NH3-N	0,8235	vervluchtigde NH3-N (kg per jaar)	791	= NH3 x omrekenfactor = 960 x 0,8235
voer- en diermanagementmaatregelen	geen			
weidegang	geen			
<b>Basis TAN productie</b> (kg per dier per jaar)	84,3	zie Bijlage 1: voorbeeld 1		



## Bijlage 5: Rekensheet voorbeeld 4

Voorbeeld 4: Staltype A1.26, wel voer- en diermanagement maatregelen, jaarrond opstallen			
	Invoer	Berekening	Rekenwijze
staltype Rav	A1.26		
EF-rav (kg NH3 per dierplaats per jaar)	9,6		
aantal dieren	100		
Stalbezetting 100% (LF)	1		
Omrekenfactor van NH3 naar NH3-N	0,8235		
voer- en diermanagementmaatregelen	wel		
weidegang	geen		
met BEA berekende TAN productie (kg/jaar)	7250	= TAN excretie + TAN mineralisatie	= output BEA
BEA TAN productie (kg per dier per jaar)	72,5	= BEA TAN productie veestapel / aantal dieren	= 7250 / 100
Basis TAN productie (kg per dier per jaar)	84,3	zie Bijlage 1: voorbeeld 1	
Reductie ammoniakemissie	0,1399	= (Basis TAN - BEA TAN) / Basis TAN	= ( 84,3 - 72,5) / 84,3
EF-rav-TANreductie (kg NH3 per dierplaats per jaar)	8,3	nieuw! = EF-rav * ( 1- reductie NH3)	= 9,6 * ( 1 - 0,1399) = 9,6 * 0,8601

To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



---

Wageningen Livestock Research  
Postbus 338  
6700 AH Wageningen  
T 0317 48 39 53  
E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl)  
[www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research)

---

Wageningen Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

